

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-274144

(43)Date of publication of application : 05.10.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

G23F 4/00

(21)Application number : 2000-088636

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 28.03.2000

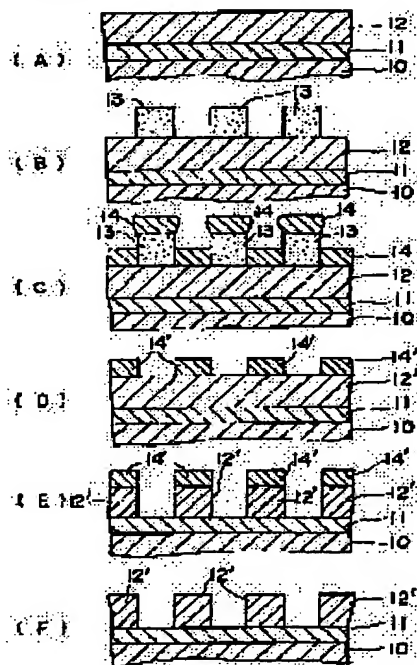
(72)Inventor : HATTORI KAZUHIRO

## (54) DRY ETCHING METHOD, MICROMACHINING METHOD AND MASK FOR DRY ETCHING

### (57)Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a dry etching method required for micromachining a proper shape, a micromachining method and a mask for dry etching.

**SOLUTION:** Etching is performed, using carbon monoxide gas added with a compound gas containing nitrogen as a reaction gas, and using a mask made of tantalum or tantalum nitride.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3433721

[Date of registration]

30.05.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-274144

(P2001-274144A)

(43)公開日 平成13年10月5日(2001.10.5)

(51)Int.Cl.

識別記号

FI

テーマコード(参考)

H01L 21/3065

C23F 4/00

A 4K057

C23F 4/00

H01L 21/302

F 5F004

K

審査請求 有 請求項の数 8 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-88636(P2000-88636)

(22)出願日 平成12年3月28日(2000.3.28)

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 服部 一博

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケイ株式会社内

(74)代理人 100074930

弁理士 山本 恵一

Fターム(参考) 4K057 DA11 DA13 DB15 DC10 DD01

DE20 DM04 DN01

5F004 AA04 AA05 BA20 BB13 BB18

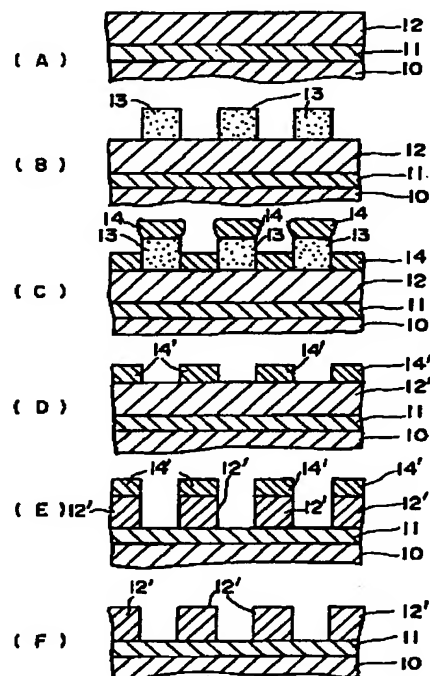
DA00 DB29 EA05 EA17

(54)【発明の名称】 ドライエッチング方法、微細加工方法及びドライエッチング用マスク

(57)【要約】

【課題】 良好な形状の微細加工を行うことができるドライエッチング方法、微細加工方法及びドライエッチング用マスクを提供する。

【解決手段】 含窒素化合物ガスを添加した一酸化炭素ガスを反応ガスとし、タンタル又は窒化タンタルによるマスクを使用してエッチングを行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 含窒素化合物ガスを添加した一酸化炭素ガスを反応ガスとし、タンタル又は窒化タンタルによるマスクを使用してエッチングを行うことを特徴とするドライエッチング方法。

【請求項2】 被エッチング層上にタンタルによるマスクを形成し、含窒素化合物ガスを添加した一酸化炭素ガスを反応ガスとして使用してエッチングを行うことを特徴とする微細加工方法。

【請求項3】 前記マスクが、前記被エッチング層上にレジストパターンを形成した後、タンタルをターゲットとするスパッタリングを行って形成されることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項4】 被エッチング層上に窒化タンタルによるマスクを形成し、含窒素化合物ガスを添加した一酸化炭素ガスを反応ガスとして使用してエッチングを行うことを特徴とする微細加工方法。

【請求項5】 前記マスクが、前記被エッチング層上にレジストパターンを形成した後、少なくとも窒素ガスを含む反応性のガスの存在下で、タンタルをターゲットとする反応性スパッタリングを行って形成されることを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項6】 前記反応性スパッタリングにおける反応性のガスが、アルゴンガスと窒素ガスとからなることを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項7】 前記マスクが、前記被エッチング層上にレジストパターンを形成した後、窒化タンタルをターゲットとするスパッタリングを行って形成されることを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項8】 含窒素化合物ガスを添加した一酸化炭素ガスを反応ガスとするドライエッチングで用いられるマスクであって、タンタル又は窒化タンタルによって形成されていることを特徴とするドライエッチング用マスク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば、半導体素子や磁気素子等のマイクロデバイスを形成する際のドライエッチング方法、このドライエッチング方法を用いた微細加工方法及びドライエッチング用マスクに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 微小半導体素子、磁気素子等のマイクロデバイスを製造する場合には、リソグラフィ技術及びエッチング技術を組み合わせて微細加工するプロセスが多用される。

【0003】 リソグラフィ技術は、被加工層の表面に塗布したレジスト膜等の感光膜に微細パターンを作ってエッチングマスクを形成する技術であり、エッチング技術は、このようにして得たエッチングマスクの微細パターンを被加工層に転写する技術である。

【0004】 エッチング技術の1つとして、微細構造の形成に優れており、低圧の反応ガスのプラズマを利用する反応性イオンエッチング法が存在する。

【0005】 例えばFe、Co、Ni等の遷移金属元素を主成分とする磁性材料の反応性エッチングを行う場合に反応ガスCF<sub>4</sub>、CCl<sub>4</sub>のプラズマを用いると、半導体材料の反応性エッチングを行う場合と同様にハロゲン化合物を形成する。しかしながら、遷移金属のハロゲン化合物は、その結合エネルギーが半導体元素のハロゲン化合物よりもはるかに高いため、蒸発しにくいのみならずスパッタリング反応を受け難いから、エッチング反応が進み難い。

【0006】 このような問題を解消する新しい反応系として、一酸化炭素ガスのプラズマを使う方法が研究され、さらに、その系を改良した含窒素化合物ガスを添加した一酸化炭素ガスを反応ガスとして用いるドライエッチング方法が提案されている（特開平8-253881号公報、中谷 功、「磁性体薄膜の微細加工」、日本応用磁気学会誌 Vol. 22, NO. 11, 1998、第1383頁～第1389頁）。

【0007】 この公知文献には、パーマロイ薄膜上に寸法が0.6μm程度の図形を加工するべくアンモニア（NH<sub>3</sub>）ガスを添加した一酸化炭素（CO）ガスを反応ガスとして反応性イオンエッチングを行い、比較のために、シリコン（100）単結晶及びアルミノほう珪酸ガラスに対しても同様な反応性エッチングを行った結果が記載されている。その記載によれば、パーマロイのエッチングレートに対するシリコン（100）単結晶のエッチングレートの比は4であり、パーマロイのエッチングレートに対するアルミノほう珪酸ガラスのエッチングレートの比は9である。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、エッチング形状のさらなる微細化が進む最近のプロセスにおいて、マスクと被加工層とがこの程度のエッチングレート比しか有していない場合には、マスクの微細図形を良好な形状を保ちつつ被加工層に転写することが難しい。その理由は、被加工層の所望の部分が全てエッチングされる前に、マスク自体がエッチングされてその形状が変化してしまうため、及びサイドエッチング等の影響によりマスクエッジからの被加工層のエッチングが進んでしまうためである。特に、0.1μm以下のトレンチ幅やライン幅を有する図形では、その傾向が強く、微細図形を被加工層に良好に転写することが非常に困難となっている。

【0009】 従って本発明の目的は、良好な形状の微細加工を行うことができるドライエッチング方法、微細加工方法及びドライエッチング用マスクを提供することにある。

## 50 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、含窒素化合物ガスを添加した一酸化炭素ガスを反応ガスとし、タンタル又は窒化タンタルによるマスクを使用してエッチングを行うドライエッチング方法が提供される。

【0011】本発明によれば、さらに、被エッチング層上にタンタル又は窒化タンタルによるマスクを形成し、含窒素化合物ガスを添加した一酸化炭素ガスを反応ガスとして使用してエッチングを行う微細加工方法が提供される。

【0012】含窒素化合物ガスを添加した一酸化炭素ガスを反応ガスとしてドライエッチングを行う場合に、マスク材料としてエッチングレートの小さいタンタル又は窒化タンタルを用いることにより、マスクと被エッチング層とのエッチング選択比を大きくすることが可能となり、マスク自体がエッチングされてその形状が変化してしまうこと、及びサイドエッチング等の影響によりマスクエッジからのエッチングが進んでしまうことがなくなるので、良好な形状の微細図形転写を行うことができる。

【0013】マスクが、被エッチング層上にレジストパターンを形成した後、タンタル又は窒化タンタルをターゲットとするスパッタリングを行って形成されることも好ましい。

【0014】マスクが、被エッチング層上にレジストパターンを形成した後、少なくとも窒素ガスを含む反応性\*

#### 下地層の成膜条件

ターゲット	: 99.995% (純度)	チタン
バックグラウンド圧力	: $9 \times 10^{-6}$ Pa	
流入ガス	: アルゴン	
ガス流量	: 30 sccm	
全ガス圧	: 0.15 Pa (成膜中)	
投入電力	: DC500W	
基板温度	: 室温 (冷水による冷却のみで、温度制御なし)	

【0021】

#### 被エッチング層の成膜条件

ターゲット	: 99.995% (純度)	コバルトプラチナ
バックグラウンド圧力	: $9 \times 10^{-6}$ Pa	
流入ガス	: アルゴン	
ガス流量	: 100 sccm	
全ガス圧	: 2.0 Pa (成膜中)	
投入電力	: RF500W	
基板温度	: 室温 (冷水による冷却のみで、温度制御なし)	

【0022】次いで、図1(B)に示すように、リソグラフィ技術を用いて被エッチング層12上に微小図形にパターニングされたレジスト層13を形成する。

【0023】より具体的には、例えば、スピンコート法によりポジ型レジスト(例えばZEP520、厚さ200nm)を塗布し、電子ビーム露光装置を用いて微細図形パターンを露光し、例えば日本ゼオン社のZED-N50を用いて現像(例えば室温で5分)することによって

\*のガスの存在下で、タンタルをターゲットとする反応性スパッタリングを行って形成されることが好ましい。

【0015】この反応性スパッタリングにおける反応性のガスが、アルゴンガスと窒素ガスとからなることが好ましい。

【0016】本発明によれば、さらにまた、含窒素化合物ガスを添加した一酸化炭素ガスを反応ガスとするドライエッチングで使用するマスクであって、タンタル又は窒化タンタルによって形成されたドライエッチング用マスクが提供される。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施形態における微細加工プロセスの一部を概略的に示す断面図である。

【0018】まず、図1(A)に示すように、基板10上に形成された下地層11上に微細加工すべき層である被エッチング層12を成膜する。

【0019】より具体的には、例えば、3インチシリコンウエハからなる基板10上に、下地層11としてチタン(Ti)を以下の条件で成膜し、その上に被エッチング層12としてコバルトプラチナ合金(CoPt、Co:75at%、Pt:25at%)を以下の条件で成膜する。

【0020】

パターニングされたレジスト層13を得る。

【0024】次いで、図1(C)に示すように、この微小図形にパターニングされたレジスト層13上から、タンタル(Ta)によるマスク層14を成膜する。

【0025】より具体的には、本実施形態においては、アルゴンガスを用いたスパッタリング法によりタンタル膜を以下の条件で成膜する。

【0026】

## マスク層の成膜条件

ターゲット	: 99.995% (純度)	タンタル
バックグラウンド圧力	: $9 \times 10^{-6}$ Pa	
流入ガス	: アルゴン	
全ガス流量	: 30 sccm	
全ガス圧	: 0.15 Pa (成膜中)	
投入電力	: DC500W	
ターゲット・基板間距離	: 300mm	
基板回転	: なし	
基板温度	: 室温 (冷水による冷却のみで、温度制御なし)	

【0027】次いで、図1 (D) に示すように、レジスト層13をリフトオフ法により除去することにより、パターンニングされたマスク14'が得られる。

【0028】より具体的には、超音波洗浄機を用いてテトラヒドロフラン等の溶剤中にウエハを浸すことでリフトオフする。

【0029】次いで、マスク14'を介して、アンモニア及び一酸化炭素の混合ガスを反応ガスとした反応性ドライエッチングを行うことにより、図1 (E) に示すように、パターンニングされた被エッチング層12'を得る。

【0030】図2は、本実施形態で用いる反応性イオンエッチング装置の構成例を概略的に示す図である。

【0031】同図において、20は被加工物であるウエハ、21はウエハ20を保持するESCステージ電極、22はプラズマ発生用高周波(13.56MHz)電源、23は電磁コイル、24はバイアス用高周波(1.6MHz)電源、25は石英ベルジャ、26は拡散チャンバをそれぞれ示している。

【0032】この反応性エッチング装置によるエッチング条件は下記の通りである。

## 【0033】反応性ドライエッチング条件

流入ガス	: 一酸化炭素及びアンモニア
一酸化炭素ガス流量	: 50 sccm
アンモニアガス流量	: 150 sccm

\*

材料	エッチングレート (nm/min)	CoPtに対するエッチング選択比
SiO <sub>2</sub>	12.5	3.6
Ti	3.6	12.4
Ta	1.7	26.3
CoPt	44.6	-

【0038】このように、チタン(Ti)のエッチング選択比が12.4であるのに対して、タンタル(Ta)のエッチング選択比は26.3である。従って、アンモニアガスを添加した一酸化炭素ガスを反応ガスとする反応性ドライエッチングにおいてタンタルをマスクとして用いれば、マスク自体がエッチングされてその形状が変化してしまうこと、及びサイドエッチング等の影響によりマスクエッジからのエッチングが進んでしまうことがなくなり、良好な形状の微細図形転写を行うことができ

*全ガス圧	: 6.0 Pa
ソース電力	: 3 kW
バイアス電力	: 1.2 kW

【0034】次いで、図1 (F) に示すように、マスク14'を剥離することによって、所望の微小図形にパターンニングされた被エッチング層12'が得られる。

【0035】本実施形態では、マスク14'を構成する材料として、タンタル(Ta)を用いている。このタンタルは、被エッチング層12の構成材料であるコバルトプラチナ合金(CoPt)に対するエッチングレートの比(エッチング選択比)が非常に大きく、その結果、良好な形状の微細図形転写を行うことができる。

【0036】実際に、種々の材料に対して、アンモニアガスを添加した一酸化炭素ガスを反応ガスとするドライエッチングにおけるエッチングレートを測定した。即ち、3インチウエハ上に二酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)、チタン(Ti)、タンタル(Ta)及びコバルトプラチナ合金(CoPt)を前述した成膜条件と同様の条件で成膜したサンプルを作成し、前述した条件で反応性ドライエッチングを行ってエッチングレートを測定した。その結果及びエッチングレートの比(エッチング選択比)が表1に示されている。

## 【0037】

【表1】

る。

【0039】図3はマスクに従来のごとくチタン(Ti)を用いてコバルトプラチナ合金を上述のような条件で反応性ドライエッチングすることにより実際に形成したアイランド形状の走査電子顕微鏡(SEM)像を表す写真であり、図4はマスクに本実施形態のごとくタンタル(Ta)を用いてコバルトプラチナ合金を上述のような条件で反応性ドライエッチングすることにより実際に形成したアイランド形状のSEM像を表す写真である。

両図において、(A)はエッチング後でマスク剥離前、(B)はマスク剥離後の形状をそれぞれ示している。

【0040】図3(A)及び(B)に示すように、チタンをマスクとして用いた場合、エッチング後には実際にはマスクが十分に残存しておらず、また、サイドエッチングが進んでいるため、最終的に得られるコバルトプラチナ合金の各アイランドは円錐形状となっている。これに対して、図4(A)及び(B)に示すように、タンタルをマスクとして用いた場合、エッチング後にもマスクの特に下部が十分に残存しており、最終的に得られるコ

\*【0041】以上述べた実施形態においては、マスクとしてタンタルを用いているが、本発明の変更態様においては、タンタルの代わりに窒化タンタルを用いる。

【0042】即ち、図1(C)において、この微小図形にパターニングされたレジスト層13上から、窒化タンタル(TaN)によるマスク層14を成膜する。

【0043】より具体的には、窒素及びアルゴンの混合ガスプラズマを用いた反応性スパッタリング法(成膜中に窒化)により窒化タンタル膜を以下の条件で成膜する。

【0044】

\*

#### マスク層の成膜条件

ターゲット	: 99.995% (純度)	タンタル
バックグラウンド圧力	: $9 \times 10^{-6}$ Pa	
流入ガス	: アルゴン及び窒素	
全ガス流量	: 30 sccm	
全ガス圧	: 0.15 Pa (成膜中)	
窒素ガス流量の割合	: 0~60%	
投入電力	: DC500W	
ターゲット・基板間距離	: 300mm	
基板回転	: なし	
基板温度	: 室温 (冷水による冷却のみで、温度制御なし)	

【0045】この変更態様における以降の工程は、前述した実施形態の場合と同様である。なお、窒化タンタルを成膜する際に、反応性スパッタリング法を用いず、窒化タンタルをターゲットとする一般的なスパッタリングを用いて成膜してもよいことは明らかである。

【0046】窒化タンタル(TaN)は、被エッチング層12の構成材料であるコバルトプラチナ合金(CoPt)に対するエッチングレートの比(エッチング選択比)が非常に大きい。従って、この窒化タンタルを用いてマスク14を構成することにより、良好な形状の微小図形転写を行うことができる。

【0047】なお、ドライエッチング時の反応ガスとして一酸化炭素ガスに添加する含窒素化合物ガスには、前述したアンモニア(NH<sub>3</sub>)ガスの他に含窒素アミン類ガスがある。

【0048】また、上述した実施形態においては、磁性体材料上に0.1μm以下の多数のアイランドを形成する例を用いて説明されているが、本発明は磁性体材料のそれ以外の微細加工、さらに、例えば半導体材料等の磁性体材料以外の材料の微細加工にも当然に適用可能である。

【0049】以上述べた実施形態は全て本発明を例示的に示すものであって限定的に示すものではなく、本発明は他の種々の変形態様及び変更態様で実施することができる。従って本発明の範囲は特許請求の範囲及びその均等範囲によってのみ規定されるものである。

【0050】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば、含窒素化合物ガスを添加した一酸化炭素ガスを反応ガスとしてドライエッチングを行う場合に、マスク材料としてエッチングレートの小さいタンタル又は窒化タンタルを用いることにより、マスクと被エッチング層とのエッチング選択比を大きくすることが可能となり、マスク自体がエッチングされてその形状が変化してしまうこと、及びサイドエッチング等の影響によりマスクエッジからのエッチングが進んでしまうことがなくなるので、良好な形状の微小図形転写を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態における微細加工プロセスの一部を概略的に示す断面図である。

【図2】図1の実施形態で用いる反応性イオンエッチング装置の構成例を概略的に示す図である。

【図3】マスクにチタンを用いてコバルトプラチナ合金を反応性ドライエッチングすることにより実際に形成したアイランドの形状のSEM像を表す写真である。

【図4】マスクにタンタルを用いて、コバルトプラチナ合金を反応性ドライエッチングすることにより実際に形成したアイランドの形状のSEM像を表す写真である。

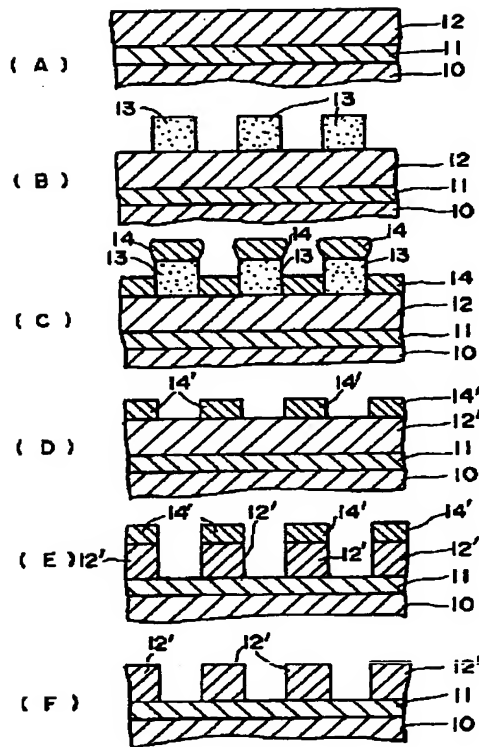
【符号の説明】

- 10 基板
- 11 下地層
- 12 被エッチング層
- 12' パターニングされた被エッチング層
- 13 パターニングされたレジスト層

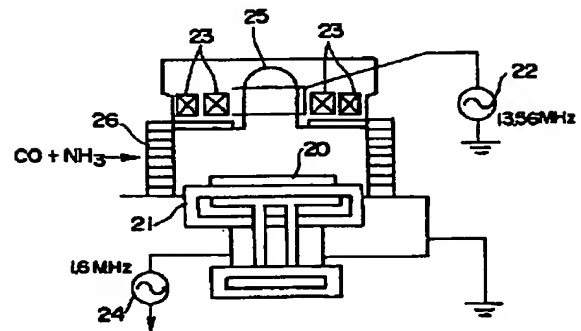
- 14 マスク層  
 14' マスク  
 20 ウエハ  
 21 ステージ電極  
 22 プラズマ発生用高周波電源

- 23 電磁コイル  
 24 バイアス用高周波電源  
 25 石英ベルジャ  
 26 拡散チャンバ

【図1】

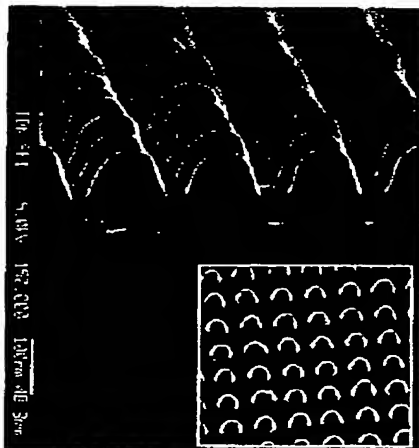


【図2】

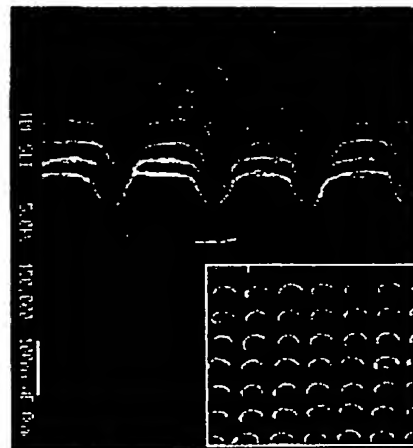


【図4】

(A)

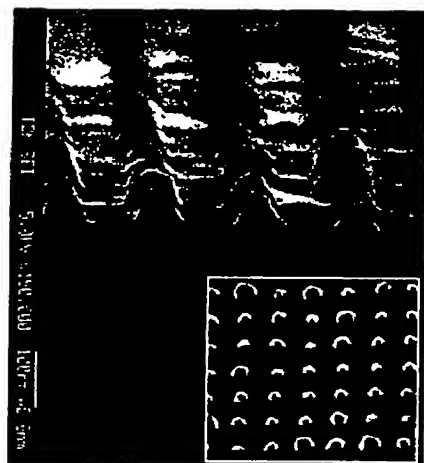


(B)

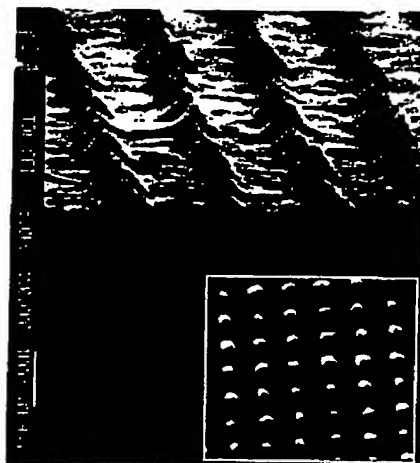


【図3】

(A)



(B)





# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-274144

(43)Date of publication of application : 05.10.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065  
G23F 4/00

(21)Application number : 2000-088636

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 28.03.2000

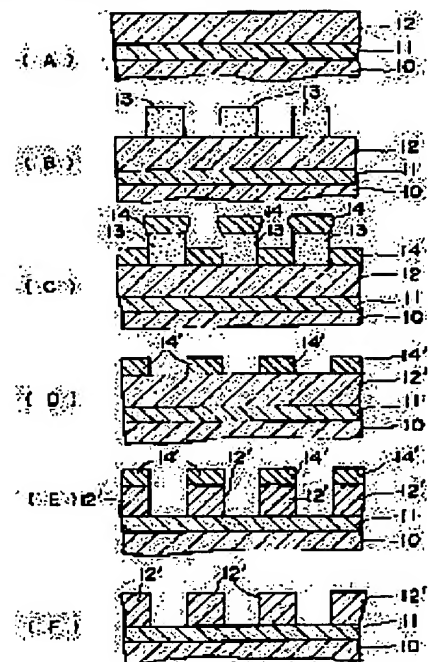
(72)Inventor : HATTORI KAZUHIRO

## (54) DRY ETCHING METHOD, MICROMACHINING METHOD AND MASK FOR DRY ETCHING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dry etching method required for micromachining a proper shape, a micromachining method and a mask for dry etching.

SOLUTION: Etching is performed, using carbon monoxide gas added with a compound gas containing nitrogen as a reaction gas, and using a mask made of tantalum or tantalum nitride.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3433721

[Date of registration]

30.05.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The dry etching approach which makes reactant gas the carbon monoxide gas which added nitrogen-containing compound gas, and is characterized by etching using the mask by the tantalum or tantalum nitride.

[Claim 2] The micro-processing approach characterized by etching as reactant gas using the carbon monoxide gas which formed the mask by the tantalum on the etched layer, and added nitrogen-containing compound gas.

[Claim 3] The approach according to claim 2 characterized by performing sputtering which uses a tantalum as a target and forming it after said mask forms a resist pattern on said etched layer.

[Claim 4] The micro-processing approach characterized by etching as reactant gas using the carbon monoxide gas which formed the mask by tantalum nitride on the etched layer, and added nitrogen-containing compound gas.

[Claim 5] The approach according to claim 4 characterized by performing reactive sputtering which uses a tantalum as a target, and forming it under existence of the reactant gas which contains nitrogen gas at least after said mask forms a resist pattern on said etched layer.

[Claim 6] The approach according to claim 5 characterized by the reactant gas in said reactive sputtering consisting of argon gas and nitrogen gas.

[Claim 7] The approach according to claim 4 characterized by performing sputtering which uses tantalum nitride as a target, and forming it after said mask forms a resist pattern on said etched layer.

[Claim 8] The mask for dry etching which is a mask used by the dry etching which makes reactant gas the carbon monoxide gas which added nitrogen-containing compound gas, and is characterized by being formed of a tantalum or tantalum nitride.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the dry etching approach, the micro-processing approach using this dry etching approach, and the mask for dry etching at the time of forming micro devices, such as a semiconductor device and a magnetic cell.

[0002]

[Description of the Prior Art] When manufacturing micro devices, such as a minute semiconductor device and a magnetic cell, the process which carries out micro processing combining a lithography technique and an etching technique is used abundantly.

[0003] A lithography technique is a technique which makes a detailed pattern to films, such as resist film applied to the front face of a processed layer, and forms an etching mask in them, and an etching technique is a technique which imprints the detailed pattern of the etching mask which carried out in this way and was obtained in a processed layer.

[0004] As one of the etching techniques, it excels in formation of the fine structure and the reactive-ion-etching method for using the plasma of low-pressure reactant gas exists.

[0005] For example, if the plasma of reactant gas  $\text{CF}_4$  and  $\text{CCl}_4$  is used when performing reactant etching of the magnetic material which uses transition-metals elements, such as Fe, Co, and nickel, as a principal component, a halogenated compound will be formed like the case where reactant etching of a semiconductor material is performed. However, since the binding energy of the halogenated compound of transition metals is far higher than the halogenated compound of a semi-conductor element and it is not only hard to evaporate, but is hard to undergo a sputtering reaction, an etching reaction cannot progress easily.

[0006] As the new system of reaction which solves such a problem, the approach using the plasma of carbon monoxide gas is studied, and the dry etching approach using the carbon monoxide gas which added further the nitrogen-containing compound gas which improved the system as reactant gas is proposed (22 JP,8-253881,A, the Nakatani \*\*, "micro processing of a magnetic-substance thin film", Magnetics Society of Japan Vol. N0. 11, 1998, 1383rd page - the 1389th page).

[0007] The result of having performed reactive ion etching by having made into reactant gas the carbon monoxide (CO) gas which added ammonia ( $\text{NH}_3$ ) gas in order to process into this well-known reference the graphic form whose dimension is about 0.6 micrometers on a permalloy thin film, and having performed same reactant etching also to a silicon (100) single crystal and alumino way silica glass for the comparison is indicated. According to the publication, the ratio of the etching rate of a silicon (100) single crystal to the etching rate of a permalloy is 4, and the ratio of the etching rate of alumino way silica glass to the etching rate of a permalloy is 9.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the latest process that the further detailed-ization of an etching configuration progresses, when it has only the etching rate ratio with a mask and a processed layer of this level, it is difficult to imprint the detailed graphic form of a mask in a processed layer, maintaining a good configuration. Since the mask itself is etched and the configuration changes before all the parts of a request of a processed layer are etched, the reason is for etching of the processed layer from a mask edge to progress under the effect of side etching etc. It is very difficult for the inclination to be strong and to imprint a detailed graphic form good in a processed layer especially in the graphic form which has the trench width of face and line width

of face of 0.1 micrometers or less.

[0009] Therefore, the object of this invention is to offer the dry etching approach, the micro-processing approach, and the mask for dry etching which can perform micro processing of a good configuration.

[0010]

[Means for Solving the Problem] According to this invention, the carbon monoxide gas which added nitrogen-containing compound gas is made into reactant gas, and the dry etching approach which etches using the mask by the tantalum or tantalum nitride is offered.

[0011] According to this invention, further, the mask by the tantalum or tantalum nitride is formed on an etched layer, and the micro-processing approach which etches as reactant gas using the carbon monoxide gas which added nitrogen-containing compound gas is offered.

[0012] When performing dry etching by making into reactant gas the carbon monoxide gas which added nitrogen-containing compound gas, by using the small tantalum or the tantalum nitride of an etching rate as a mask ingredient It becomes possible to enlarge etch selectivity of a mask and an etched layer, the mask itself is etched, and the configuration changes, And since it is lost that etching from a mask edge progresses under the effect of side etching etc., the detailed graphic form imprint of a good configuration can be performed.

[0013] After a mask forms a resist pattern on an etched layer, performing sputtering which uses a tantalum or tantalum nitride as a target, and being formed also has it. [ desirable ]

[0014] It is desirable that it performs reactive sputtering which uses a tantalum as a target, and is formed under existence of the reactant gas which contains nitrogen gas at least after a mask forms a resist pattern on an etched layer.

[0015] It is desirable that the reactant gas in this reactive sputtering consists of argon gas and nitrogen gas.

[0016] According to this invention, it is the mask used by the dry etching which makes reactant gas the carbon monoxide gas which added nitrogen-containing compound gas further again, and the mask for dry etching formed of a tantalum or tantalum nitride is offered.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the sectional view showing roughly a part of micro-processing process in 1 operation gestalt of this invention.

[0018] First, as shown in drawing 1 (A), the etched layer 12 which is a layer which should be carried out micro processing on the substrate layer 11 formed on the substrate 10 is formed.

[0019] On the substrate 10 which consists of a 3 inch silicon wafer, titanium (Ti) is formed on condition that the following as a substrate layer 11, and a cobalt platinum alloy (CoPt, Co:75at%, and Pt:25at%) is more specifically formed on condition that the following as an etched layer 12 on it.

[0020]

Membrane formation conditions of a substrate layer Target : 99.995% (purity) Titanium Background pressure :  $9 \times 10^{-6}$  Pa Inflow gas : Argon Quantity of gas flow : 30sccm Total gas pressure : 0.15Pa (under membrane formation)

Charge power : DC500W Substrate temperature : Room temperature (with [ in cooling by chilled water ] no temperature control)

[0021]

Membrane formation conditions of an etched layer Target : 99.995% (purity) Cobalt platinum Background pressure :  $9 \times 10^{-6}$  Pa Inflow gas : Argon Quantity of gas flow : 100sccm Total gas pressure : 2.0Pa (under membrane formation)

Charge power : RF500W Substrate temperature : Room temperature (with [ in cooling by chilled water ] no temperature control)

[0022] Subsequently, as shown in drawing 1 (B), the resist layer 13 by which patterning was carried out to the minute graphic form on the etched layer 12 using the lithography technique is formed.

[0023] The resist layer 13 by which patterning was carried out is obtained by applying a positive resist (for example, 200nm in ZEP520, thickness) with a spin coat method, and more specifically exposing a detailed graphic form pattern using an electron beam machine, for example, developing negatives using ZED-N50 of Nippon Zeon Co., Ltd. (it being 5 minutes at a room temperature).

[0024] Subsequently, as shown in drawing 1 (C), the mask layer 14 by the tantalum (Ta) is formed from on the resist layer 13 by which patterning was carried out to this minute graphic form.

[0025] More specifically in this operation gestalt, the tantalum film is formed on condition that the following by the sputtering method using argon gas.

[0026]

Membrane formation conditions of a mask layer Target : 99.995% (purity) Tantalum Background pressure : 9x10 to 6 Pa Inflow gas : Argon All quantities of gas flow : 30sccm Total gas pressure : 0.15Pa (under membrane formation)

Charge power : DC500W A target and distance between substrates: 300mm Substrate revolution : Nothing Substrate temperature : Room temperature (with [ in cooling by chilled water ] no temperature control)

[0027] Subsequently, as shown in drawing 1 (D), mask 14' by which patterning was carried out is obtained by removing the resist layer 13 by the lift-off method.

[0028] More specifically, a lift off is carried out by dipping a wafer into solvents, such as a tetrahydrofuran, using an ultrasonic washing machine.

[0029] subsequently -- a mask -- 14 -- ' -- minding -- ammonia -- and -- a carbon monoxide -- mixed gas -- reactant gas -- \*\* -- having carried out -- reactivity -- dry etching -- carrying out -- things -- drawing 1 -- (-- E -- ) -- being shown -- as -- patterning -- carrying out -- having had -- -ed -- etching -- a layer -- 12 -- ' -- obtaining .

[0030] Drawing 2 is drawing showing roughly the example of a configuration of the reactive ion etching system used with this operation gestalt.

[0031] the ESC stage electrode with which the wafer whose 20 is a workpiece, and 21 hold a wafer 20 in this drawing, and 22 -- the high frequency (13.56MHz) power source for plasma generating, and 23 -- electromagnetism -- in a coil and 24, the high frequency (1.6MHz) power source for bias and 25 show a quartz bell jar, and 26 shows the diffusion chamber, respectively.

[0032] The etching conditions by this reactant etching system are as follows.

[0033] Reactant dry etching condition inflow gas : A carbon monoxide and ammonia carbon monoxide quantity of gas flow : 50sccm ammonia quantity of gas flow : 150sccm all gas pressure : 6.0Pa source power : 3kW bias power : 1.2kW [0034] subsequently -- drawing 1 -- (-- F --) -- being shown -- as -- a mask -- 14 -- ' -- exfoliating -- things -- a request -- minute -- a graphic form -- patterning -- carrying out -- having had -- -ed -- etching -- a layer -- 12 -- ' -- obtaining -- having .

[0035] With this operation gestalt, the tantalum (Ta) is used as an ingredient which constitutes mask 14'. The detailed graphic form imprint of a good configuration can be performed very greatly [ this tantalum / the ratio (etch selectivity) of the etching rate to the cobalt platinum alloy (CoPt) which is the component of the etched layer 12 ] consequently.

[0036] The etching rate in the dry etching which actually makes reactant gas the carbon monoxide gas which added ammonia gas to various ingredients was measured. That is, the sample which formed membranes on the membrane formation conditions which mentioned above a silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>), titanium (Ti), the tantalum (Ta), and the cobalt platinum alloy (CoPt) on the 3 inch wafer, and the same conditions was created, reactant dry etching was performed on the conditions mentioned above, and the etching rate was measured. The ratio (etch selectivity) of the result and an etching rate is shown in a table 1.

[0037]

[A table 1]

材料	エッチングレート (nm/min)	CoPtに対するエッチング選択比
SiO <sub>2</sub>	12.5	3.6
Ti	3.6	12.4
Ta	1.7	26.3
CoPt	44.6	—

[0038] Thus, the etch selectivity of a tantalum (Ta) is 26.3 to the etch selectivity of titanium (Ti) being 12.4. Therefore, if a tantalum is used as a mask in the reactant dry etching which makes reactant gas the carbon monoxide gas which added ammonia gas, it is lost that etching from a mask edge progresses under the effect of that the mask itself is etched and the configuration changes, side etching, etc., and the detailed graphic form imprint of a good configuration can be performed.

[0039] Drawing 3 is a photograph showing the scanning electron microscope (SEM) image of the island

configuration actually formed by using titanium (Ti) like the former and carrying out reactant dry etching of the cobalt platinum alloy to a mask on the above conditions, and drawing 4 is a photograph showing the SEM image of the actually formed island configuration by using a tantalum (Ta) like this operation gestalt, and carrying out reactant dry etching of the cobalt platinum alloy to a mask on the above conditions. In both drawings, (A) is after etching and (B) shows the configuration after mask exfoliation before mask exfoliation, respectively.

[0040] Since a mask does not fully remain actually after etching and side etching is progressing when titanium is used as a mask as shown in drawing 3 (A) and (B), each island of the cobalt platinum alloy obtained eventually serves as a cone configuration. On the other hand, as shown in drawing 4 (A) and (B), when a tantalum is used as a mask, each island of the cobalt platinum alloy which especially the lower part fully remains and is obtained eventually of a mask is maintaining the good configuration also after etching.

[0041] In the operation gestalt described above, although the tantalum is used as a mask, in the modification mode of this invention, tantalum nitride is used instead of a tantalum.

[0042] That is, in drawing 1 (C), the mask layer 14 by tantalum nitride (TaN) is formed from on the resist layer 13 by which patterning was carried out to this minute graphic form.

[0043] More specifically, the tantalum nitride film is formed on condition that the following by the reactive-sputtering method (it nitrides during membrane formation) using the mixed-gas plasma of nitrogen and an argon.

[0044]

Membrane formation conditions of a mask layer Target : 99.995% (purity) Tantalum Background pressure :  $9 \times 10^{-6}$  Pa Inflow gas : An argon and nitrogen All quantities of gas flow : 30sccm Total gas pressure : 0.15Pa (under membrane formation)

Rate of a nitrogen quantity of gas flow : 0 - 60% Charge power : DC500W A target and distance between substrates: 300mm Substrate revolution : Nothing Substrate temperature : Room temperature (with [ in cooling by chilled water ] no temperature control)

[0045] The process of henceforth in this modification mode is the same as that of the case of the operation gestalt mentioned above. in addition, the time of forming tantalum nitride -- reactant SUPATTANGU -- it is clear that membranes may be formed using general sputtering which uses tantalum nitride as a target not using law.

[0046] The ratio (etch selectivity) of tantalum nitride (TaN) of the etching rate to the cobalt platinum alloy (CoPt) which is the component of the etched layer 12 is dramatically large. Therefore, the detailed graphic form imprint of a good configuration can be performed by constituting mask 14' using this tantalum nitride.

[0047] In addition, there is nitrogen-containing amines gas other than the ammonia (NH<sub>3</sub>) gas mentioned above among the nitrogen-containing compound gas added in carbon monoxide gas as reactant gas at the time of dry etching.

[0048] Moreover, in the operation gestalt mentioned above, although explained using the example which forms the island of a large number 0.1 micrometers or less on a magnetic-substance ingredient, naturally this invention is applicable to the other micro processing of a magnetic-substance ingredient, and a pan also at micro processing of ingredients other than magnetic-substance ingredients, such as a semiconductor material.

[0049] This invention cannot be shown in instantiation, and not all the operation gestalten described above can show it restrictively, and can carry out this invention in other various deformation modes and modification modes. Therefore, the range of this invention is specified by only a claim and its equal range.

[0050]

[Effect of the Invention] As explained to the detail above, when performing dry etching by making into reactant gas the carbon monoxide gas which added nitrogen-containing compound gas according to this invention By using the small tantalum or the tantalum nitride of an etching rate as a mask ingredient It becomes possible to enlarge etch selectivity of a mask and an etched layer, the mask itself is etched, and the configuration changes, And since it is lost that etching from a mask edge progresses under the effect of side etching etc., the detailed graphic form imprint of a good configuration can be performed.

---

[Translation done.]

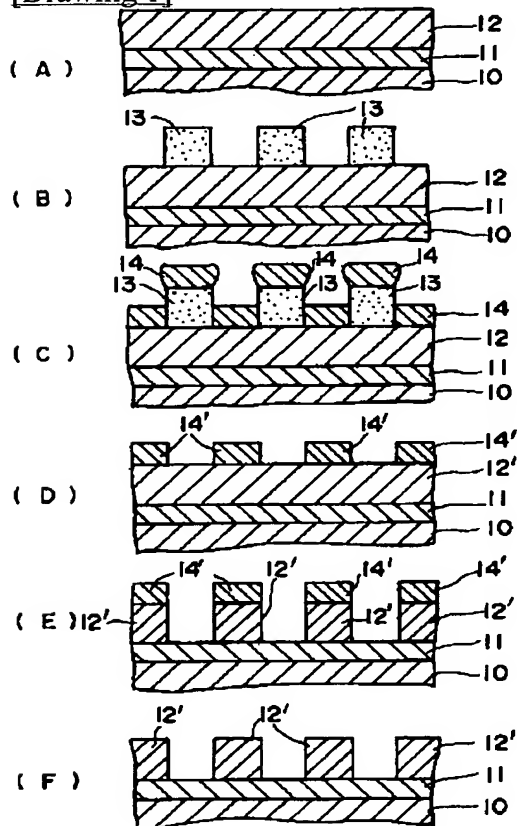
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

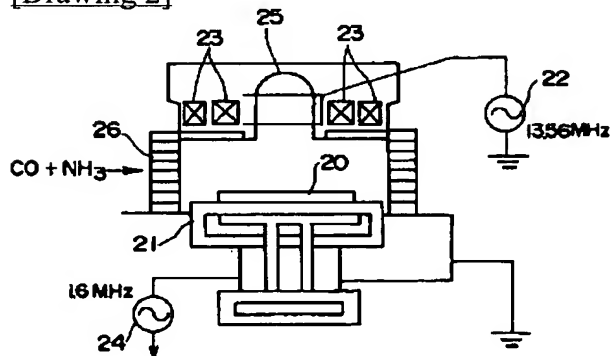
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

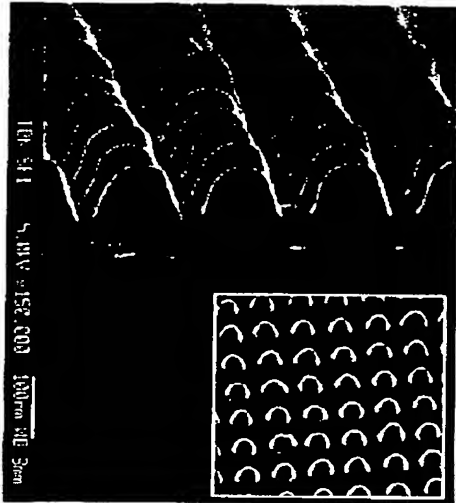


[Drawing 2]

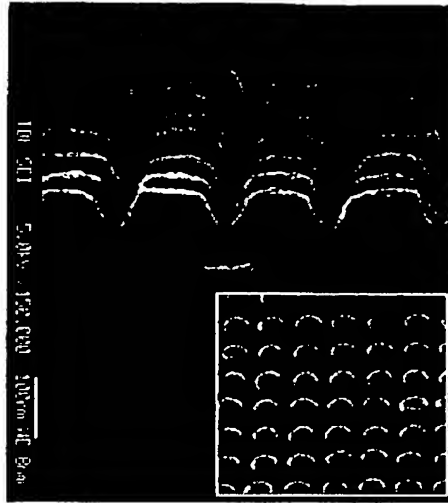


[Drawing 4]

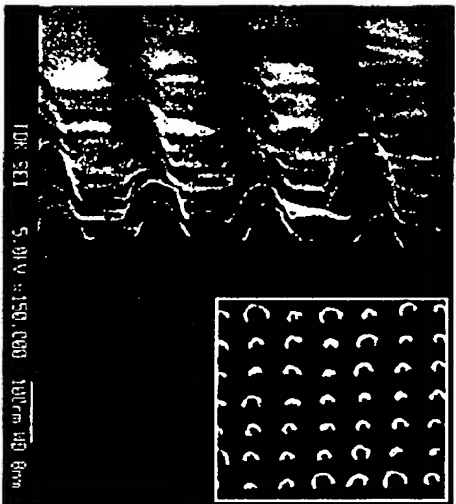
(A)



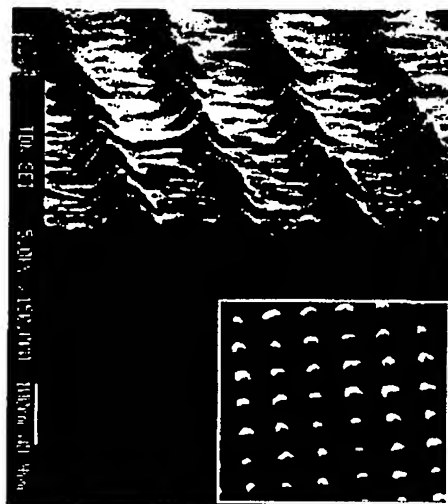
(B)

[Drawing 3]

(A)



(B)



[Translation done.]



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**